



03560.003317

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: Unassigned
NORIO OHKUMA)	
	:	Group Art Unit: Unassigned
Appln. No.: 10/600,763)	
	:	
Filed: June 23, 2003)	
	:	
For: METHOD FOR MAKING)	
THROUGH-HOLE AND INK-JET	:	
PRINTER HEAD FABRICATED)	October 27, 2003
USING THE METHOD	:	

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

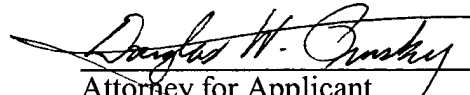
Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed
is a certified copy of the following foreign application:

JP 2002-195528, filed July 4, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicant
Douglas W. Pinsky
Registration No. 46,994

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

DWP/lip

DC_MAIN 148097v1

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 9 5 5 2 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 1 9 5 5 2 8]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

【書類名】 特許願

【整理番号】 3910082

【提出日】 平成14年 7月 4日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B41J 3/04

【発明の名称】 スルーホールの形成方法及びこれを用いたインクジェットプリンターヘッド

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
キヤノン株式会社内

【氏名】 大熊 典夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100105289

【弁理士】

【氏名又は名称】 長尾 達也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038379

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スルーホール形成方法及びこれを用いたインクジェットプリンターヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン基板にスルーホールを形成する方法であって

前記シリコン基板の表面における所望のスルーホールを形成したい領域の周囲に、不純物濃度の高い領域を形成する工程、

前記シリコン基板の前記不純物濃度の高い領域上に、エッチングストップ層を形成する工程、

前記シリコン基板の裏面に、開口部を有するマスク層を形成する工程、

前記開口部よりシリコン基板を前記不純物濃度の高い領域を経てエッチングストップ層が露出するまでエッチングする工程、

前記エッチングストップ層を除去してスルーホールを形成する工程、

を少なくとも有することを特徴とするスルーホールの形成方法。

【請求項 2】 前記不純物濃度が、 1×10^{19} 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のスルーホールの形成方法。

【請求項 3】 前記不純物濃度が、 7×10^{19} 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のスルーホールの形成方法。

【請求項 4】 前記不純物が、ホウ素、リン、砒素、アンチモンから選ばれることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のスルーホールの形成方法。

【請求項 5】 不純物濃度の高い領域が、幅 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、深さ $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度とすることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のスルーホールの形成方法。

【請求項 6】 前記不純物濃度の高い領域は、不純物拡散層をシリコン基板上に形成することにより形成される請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のスルーホールの形成方法。

【請求項 7】 前記エッチングストップ層は、低圧気相合成法による窒化シリコン膜 (LP-SiN) で形成される請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のスル

ーホールの形成方法。

【請求項 8】請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のスルーホールの形成方法を用いて作成されたインク供給口を有することを特徴とするインクジェットプリンターヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコン基板に貫通口（スルーホール）を形成する方法及び前記形成方法を用いたインクジェットプリンターヘッドに関し、特にスルーホール形成の歩留まりの向上を目的としたものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、シリコン基板に対し、等方性もしくは異方性エッチングを用いてスルーホールを形成しデバイスに応用する研究が盛んになされている。

ここで、本件出願人は、先にシリコン基板上に犠牲層を形成し、スルーホールの大きさ及び位置精度を向上させる方法に関する出願をしている（特開平 1 0 - 1 8 1 0 3 2 号公報）。

更に、本件出願人は、前記特開平 1 0 - 1 8 1 0 3 2 の方法の改良として、犠牲層上に保護膜を配置し、スルーホール形成の歩留まりを向上させる方法に関する出願、あるいは、シリコン基板に犠牲層を埋め込み、スルーホールの大きさ及び位置精度を向上させる方法等に関する出願をしている。そして、本件出願人は、特開平 6 - 3 4 7 8 3 0 号公報において、スルーホール形成の際のエッチングストップ層として低圧気相合成法による窒化シリコン膜（LP-SiN）が有効である事を開示している。また、本件出願人は、特開平 9 - 1 1 4 7 9 号公報において、シリコン基板にスルーホールを形成し、インクジェットヘッドのインク供給口に用いる方法を開示している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述のシリコン基板に対し犠牲層を用いる事で、スルーホール

の位置精度は著しく向上するものの、シリコン基板が貫通した時点でエッチングストップ層にクラックが生じ、エッチング液が基板表面に回り込む等の不良が発生する場合がある。

【0 0 0 4】

つぎに、これらの点を図面を用いて説明する。

図 5 (a) は、シリコン基板 4 0 1 の表面に犠牲層 4 0 2 (多結晶シリコン、以下 p o l y - S i)、エッチングストップ層 4 0 3 及び基板裏面にエッチングのマスク層 4 0 4 を形成したものである。

この方式においては、図 5 (b) に示すとおり裏面からの貫通口は、貫通時に犠牲層 4 0 2 の内側に形成される様に設計される。貫通時には、犠牲層はエッチング液にすぐに溶解し、犠牲層エッジから異方性エッチングが開始され、最終的には図 5 (c) に示すようなスルーホールが形成される。

【0 0 0 5】

< 1 0 0 > 面のシリコン基板の異方性エッチングにおいては、原理的には、エッチングは < 1 1 1 > 面で停止し、基板面に対して 54.7° の角度でスルーホールが形成され、スルーホールの大きさ及び位置も一義的に決まるはずであるが、現実的には、シリコン基板はある厚さのバラツキを有し、かつシリコン基板の結晶欠陥により、スルーホールの大きさ及び位置はばらつく場合が多い。特に、シリコン基板上に予め半導体素子を作り込んでからスルーホールを形成する場合、半導体形成時の熱工程履歴によって前述の結晶欠陥が増加し、結果、スルーホールの大きさ及び位置のバラツキが大きくなる場合がある。

【0 0 0 6】

ここで、犠牲層を用いる方式によれば、スルーホールの開口形状及び位置は、犠牲層の配置によって決定する事が可能なため、より精度の高い加工が可能となる。しかしながら、上記方式においては、エッチングストップ層は、犠牲層上に形成されるため、図 5 (d) に示すようにコーナーのカバレジは不利な方向であり、クラックがより発生しやすく、歩留まりが低下する場合があった。クラックよりエッチング液が、基板表面に回り込むと、シリコン基板のエッチングは、通常エッチング時間短縮のためテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド (T

MAH) 水溶液や水酸化カリウム (KOH) 水溶液等の強アルカリ性溶液を 80℃もしくはそれ以上の温度で行うため、深刻なダメージを与える。

【0007】

本件出願人は、前記不良をなくすために、コーナー部上方に保護膜 410 を形成し (図 5 (e) 参照)、たとえコーナー部にクラックが生じてもエッチング液の基板表面に対する回り込みを防ぐ方法を提案している。しかしながら、保護膜形成の工程が増えるためにコスト的には好ましくなかった。

【0008】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、エッチングストップ層でのクラックの発生を容易に防止することができ、スルホール形成の歩留まりを向上させることを可能とするスルホール形成方法及びこれを用いたインクジェットプリンターヘッドを提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、つぎの (1) ~ (8) のように構成したスルホール形成方法及びこれを用いたインクジェットプリンターヘッドを提供するものである。

(1) シリコン基板にスルホールを形成する方法であって

前記シリコン基板の表面における所望のスルホールを形成したい領域の周囲に、不純物濃度の高い領域を形成する工程、

前記シリコン基板の前記不純物濃度の高い領域上に、エッチングストップ層を形成する工程、

前記シリコン基板の裏面に、開口部を有するマスク層を形成する工程、

前記開口部よりシリコン基板を前記不純物濃度の高い領域を経てエッチングストップ層が露出するまでエッチングする工程、

前記エッチングストップ層を除去してスルホールを形成する工程、

を少なくとも有することを特徴とするスルホール形成方法。

(2) 前記不純物濃度が、 1×10^{19} 以上であることを特徴とする上記 (1) に記載のスルホール形成方法。

(3) 前記不純物濃度が、 7×10^{19} 以上であることを特徴とする上記(1)に記載のスルーホールの形成方法。

(4) 前記不純物が、ホウ素、リン、砒素、アンチモンから選ばれることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれかに記載のスルーホールの形成方法。

(5) 不純物濃度の高い領域が、幅 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、深さ $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度とすることを特徴とする上記(1)～(4)のいずれかに記載のスルーホールの形成方法。

(6) 前記不純物濃度の高い領域は、不純物拡散層をシリコン基板上に形成することにより形成される上記(1)～(4)のいずれかに記載のスルーホールの形成方法。

(7) 前記エッチングストップ層は、低圧気相合成法による窒化シリコン膜(LP-SiN)で形成される上記(1)～(4)のいずれかに記載のスルーホールの形成方法。

(8) 上記(1)～(7)のいずれかに記載のスルーホールの形成方法を用いて作成されたインク供給口を有することを特徴とするインクジェットプリンターヘッド。

【0010】

【発明の実施の形態】

上記構成を適用することによって、不純物濃度の高い領域をシリコン基板中に形成する事で、スルーホールの大さを制御する事が可能となり、従来のシリコン基板上に犠牲層を配置する方法と異なり、エッチングストップ層をフラットに形成することで、クラックの発生しないスルーホールの形成方法を実現することができるが、それは本発明者が鋭意検討した結果、つぎのような知見を得たことに基づくものである。

【0011】

これらについて、つぎに説明するが、ここでは、 $\langle 100 \rangle$ の結晶方位を有するシリコン基板に対し、所望のスルーホールを形成したい領域の周囲に不純物濃度の高い領域を配置してスルーホールを形成する場合について説明する。

図1(a)は、シリコン基板101に所望のスルーホールを形成したい領域の周

囲に、不純物濃度の高い領域 105 を埋め込む形態で配置し、不純物濃度の高い領域 105 上にエッチングストップ層 103 を配置したものである。また、基板裏面には、エッチングマスク層 104 が配置されている。

エッチング終了時には、前述の通り図 1 (b) に示すようなスルーホールが形成される。ここでシリコン基板を貫通した時点でのスルーホールは、不純物濃度の高い領域の内側に形成されるように配置する。

ついで、図 1 (c) に示すように、オーバーエッチングを施す事でスルーホールはサイドエッチングにより広がり、不純物濃度の高い領域 105 に達する。

【0012】

ここで、本件発明者は、スルーホールのサイドエッチが不純物濃度の高い領域 105 に達すると、極端に遅くなることを見出し本発明に至った。即ち、サイドエッチの速度がおよそ $1/5 \sim 1/10$ 程度まで遅くなるために、図 1 (b) の段階で基板を貫通した時点でのスルーホールの大きさが、前述のごとくシリコン基板の厚さのバラツキ及び結晶欠陥でバラツキを生じたとしても（図 1 (d) 参照）、オーバーエッチを施し、不純物濃度の高い領域 105 まで広げれば、その時点からのサイドエッチ量が極端に小さくなるため、結果として得られるスルーホールの大きさは、図 1 (c) に示すようにほぼ一定となる。

このように、不純物濃度の高い領域をシリコン基板中に形成する事で、スルーホールの大きさを制御する事が可能となり、前述のシリコン基板上に犠牲層を配置する方法と異なり、エッチングストップ層がフラットに形成されるため、クラックの問題は発生しない。

【0013】

前記不純物濃度の高い領域は、不純物濃度として $1 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 以上の濃度が好ましく、更に $7 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 以上の濃度が好ましい。

ここで、不純物濃度が、 $7 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 以上の拡散層が、異方性エッチング液でエッチングされない事を利用して、不純物拡散層をエッチングストップ層としてインクジェットノズルを作成する方法が公知である（IEEE Trans. on Electron Devices, Vol. ED-25, No. 10, 1978, p1178-）が、前記手法においては、エッチングストップ

層に不純物拡散層を用いているため、スルーホール形成に際しては、スルーホール貫通時にエッチングストップ層の応力でクラックが生じるために使用が困難である。また、不純物濃度は、 $7 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 以上でエッチング液に対して完全にエッチングされなくなるが、本発明の場合、不純物拡散層でサイドエッチングの速度を低下させればよく、不純物濃度として $1 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ 以上の濃度でも効果が認められる。

【0014】

本発明に適用される不純物拡散層は、幅 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、深さ $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度が好ましいが、スルーホールの使用形態に応じて適宜決定する事ができる。

また、不純物としては、ホウ素、リン、砒素、アンチモン等が好適に用いられる。また、前記不純物は、通常の半導体素子を形成する際に用いられるもので、半導体素子を形成した基板に対してスルーホールを形成する場合、半導体素子を形成する際の不純物拡散層形成工程で、本発明のスルーホールの大きさを制御するための不純物濃度の高い領域を同時に作り込む事も可能である。

最後に、上述のごとく、スルーホールの大きさが制御された基板に対して、エッチングストップ層を適宜除去する事で、スルーホールが完成する（図1（e）参照）。

ここで、エッチングストップ層には、前述の低圧気相合成法による窒化シリコン膜（LP-SiN）が最適である。

【0015】

【実施例】

以下に、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

図2は、本発明の実施例1におけるスルーホール形成の工程断面図である。

図2（a）は、面方位 $\langle 100 \rangle$ を有するシリコン基板201（厚み $625 \mu\text{m}$ ）に不純物拡散層205として幅 $3 \mu\text{m}$ ／深さ $1 \mu\text{m}$ の領域205を内径 $100 \mu\text{m}$ で、更にエッチングストップ層203としてLP-SiN膜を 2500 \AA で成膜したものである。不純物拡散層は、ホウ素（B）を $7 \times 10^{19} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ で拡散してある。尚、シリコン基板裏面には、異方性エッチングのマスク204（

SiO_2 4000 Å) を配置してある。また、シリコン基板中には、前記不純物拡散層 205 が 300 個配置される。

【0016】

次いで、前記シリコン基板を濃度 22% TMAH 水溶液中で温度 83℃にて 960 min 異方性エッチングを施した。この条件でのエッチングレートは、およそ 39~40 $\mu\text{m}/\text{Hr}$ である。尚、基板表面は、治具により TMAH 水溶液が回り込まないように保護した。この時点で、異方性エッチングによりシリコン基板は貫通しており、その形成幅は、80~95 μm であった (図 2 (b) 参照)。

【0017】

次いで、前記基板を更にオーバーエッチするために異方性エッチングを再度 30 min 行った。尚、本条件におけるスルーホールのサイドエッチ量は、およそ 20 $\mu\text{m}/\text{Hr}$ (片側) である。オーバーエッチ終了後は、サイドエッチングによりスルーホールは拡大し、不純物拡散層の近傍で停止しており、スルーホールの幅は、100~103 μm であった (図 2 (c) 参照)。

【0018】

以上により、単に、Si 基板に対して異方性エッチングしただけでは、シリコン基板の厚さ、エッチングレートのバラツキ、基板内の結晶欠陥の分布等の影響でスルーホールの形成幅がおよそ 15 μm のレンジを有するのに対し、本実施例の手法によれば、およそ 3 μm のレンジに留まりスルーホールの幅が制御可能な事が理解される。

更に、シリコン基板中の 300 個の不純物拡散層 205 において、エッチングストップ層にクラックを生じていたものは皆無であった。即ち、エッチングストップ層がフラットな基板面に対して形成されるために、エッチングストップ層に異方性エッチング終了時点でクラック等不良が発生する事は無い。

【0019】

[実施例 2]

本発明の実施例 2 においては、本発明のスルーホール形成方法をインクジェットヘッドのインク供給口形成に適用した例を示す。

図3 (a) 及び上面図 (b) に示すとおり、面方位 $\langle 100 \rangle$ を有するシリコン基板301 (厚み $625\mu\text{m}$) に電気熱変換素子306としてTa-Nを配置し、更に不純物拡散層305として幅 $3\mu\text{m}$ /深さ $1\mu\text{m}$ の領域305を内径 $100\times 11500\mu\text{m}$ で、更にエッチングストップ層303としてLP-SiN膜を 3000\AA で成膜したものである。不純物拡散層は、ホウ素 (B) を $7\times 10^{19}(\text{cm}^{-3})$ で拡散してある。尚、シリコン基板裏面には、異方性エッチングのマスク304 (SiO_2 4000\AA) を配置してある。電気熱変換素子306は、その素子を動作させるための制御信号配線および駆動回路 (半導体素子として基板につくりこんである) が接続されている (不図示)。電気熱変換素子306は、不純物拡散層305の長辺にそって片側128個 (両側で256個) 300DPI ピッチで配置してある。図3 (b) に示す構成を1チップとし、シリコン基板301上に180チップを配置した。

【0020】

次いで、図3 (c) に示すように、インク流路の型となるポジ型レジスト (東京応化工業製ODUR) 307をシリコン基板301上にパターンニングより形成した。

次いで、図3 (d) に示すように、下記表1記載のネガ型レジスト308をインク流路307上に塗布、パターンニングによりインク吐出口309を形成した。

【0021】

【表1】

エポキシ樹脂	EHPE(ダイセル化学工業(株)社製)	100部
添加樹脂	1,4-HFAB(セントラル硝子(株)社製)	20部
シランカップリング材	A-187(日本ユニカー(株)社製)	5部
光カチオン重合触媒	SP170(旭電化工業(株)社製)	2部
塗布溶媒	メチルイソブチルケトン	30部
	ジグライム	20部

次いで、前記ノズルが形成されたシリコン基板を濃度22% TMAH水溶液中で温度 83°C にて990min異方性エッチングを施した。尚、基板表面は、治具によりTMAH水溶液が回り込まないように保護した。図4 (e) は、異方性エッチング終了時の断面形状を示す。

【0022】

次いで、図4（f）に示すように、シリコン基板表面を保護した状態で、基板裏面よりCDEでCF₄ガスを用いて、エッチングストップ層303の除去を行い、スルーホールを完成させた。

次いで、図4（g）に示すように、インク流路の型となったポジレジスト807を除去し、インクジェットヘッドを完成させた。この時点で全chipに対して、エッチングストップ層303のクラック及び異常を顕微鏡検査を行ったが、不良は発生していなかった。

【0023】

更に、スルーホールの短手方向の幅を計測した所、102～106μmの範囲で極めて精度良く形成されていた。ここでインクジェットヘッドにおいて、その吐出周波数は、インクのリフィル時間で決定され、スルーホールと吐出ノズルの距離がリフィル時間の支配因子の一つであるため、なるべくスルーホールと吐出ノズルを近づける形態が好ましい。本発明によれば、スルーホールの位置は、不純物拡散層305で一義的に決定されるために、安定した吐出性能を有するインクジェットヘッドの作成が可能である。

得られた、インクジェットヘッドに電氣的な接続を施し、下記表2記載のインクを用いて印字試験を行ったところ良好な印字結果が得られた。

【0024】

【表2】

エチレングリコール	5部
尿素	3部
イソプロピルアルコール	2部
黒色染料	3部
水	87部

【0025】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、スルーホールの位置精度を極めて精度良く形成できるのと同時に、エッチングストップ層にクラックを生じさせず、結

果スルーホールの歩留まりを簡便な手法で向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のスルーホール作成の工程を説明するための断面図。

【図 2】

本発明の実施例 1 におけるスルーホール形成の工程断面図。

【図 3】

(a) ～ (d) は、実施例 2 における本発明のスルーホールの形成方法をインクジェットヘッドのインク供給口作成に用いた場合の工程断面図。

【図 4】

(e) ～ (g) は、実施例 2 における図 3 の工程に続くインク供給口の作成工程断面図。

【図 5】

従来例における犠牲層を用いたスルーホール作成の工程断面図。

【符号の説明】

1 0 1、2 0 1、3 0 1、4 0 1：シリコン基板

1 0 3、2 0 3、3 0 3、4 0 3：エッチングストップ層

1 0 4、2 0 4、3 0 4、4 0 4：エッチングマスク

1 0 5、2 0 5、3 0 5、4 0 5：不純物拡散層

3 0 6：電気熱変換素子

3 0 7：インク流路の型となるパターン

3 0 8：ノズル構成材

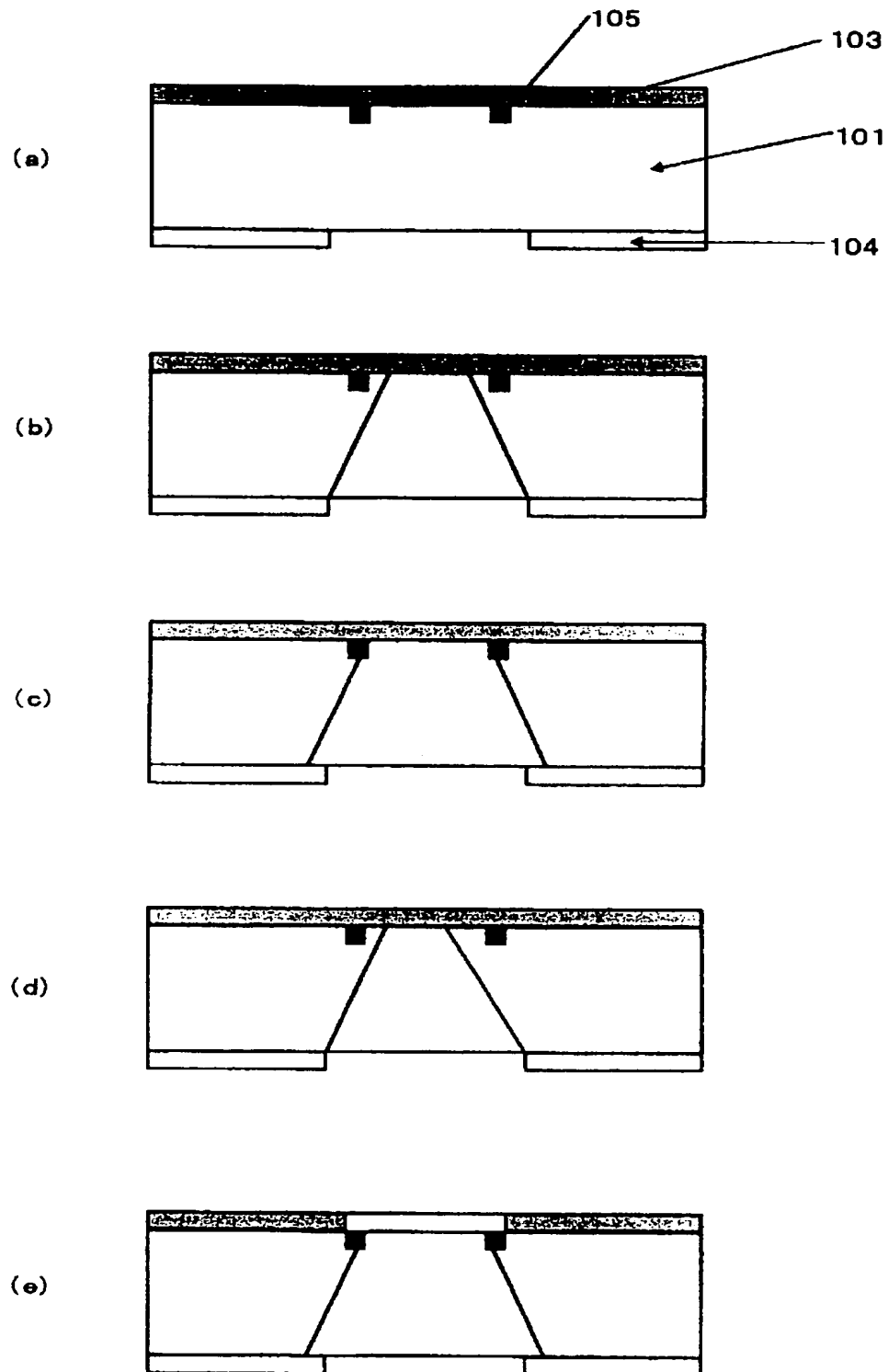
3 0 9：インク吐出口

4 1 0：保護膜

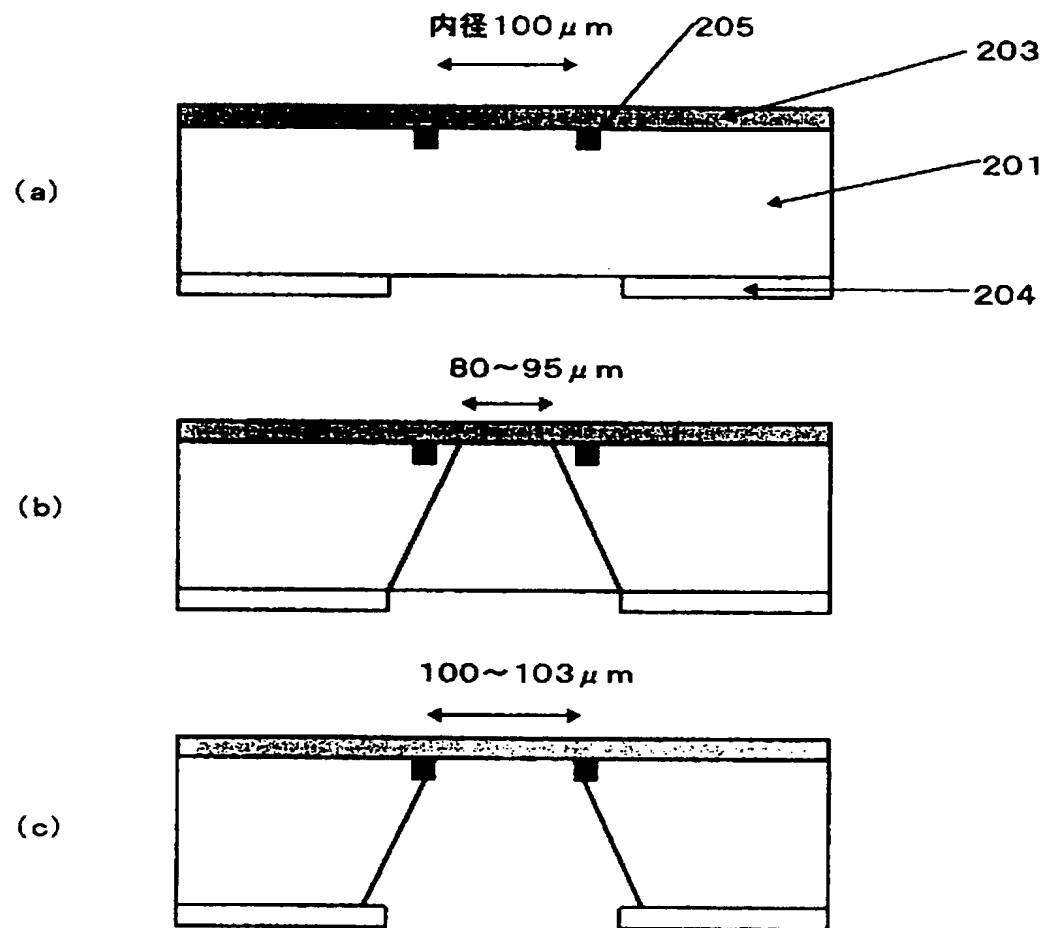
【書類名】

図面

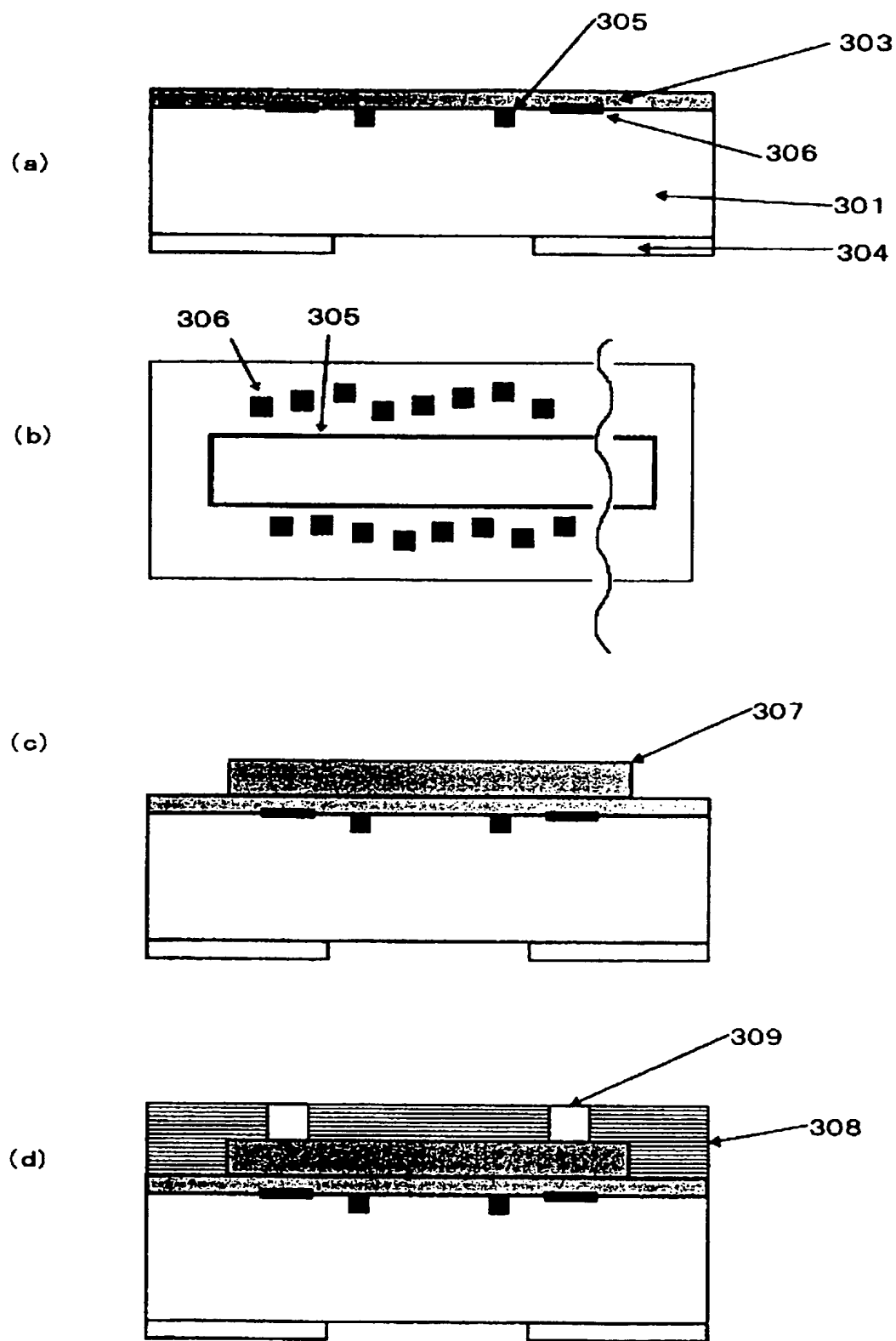
【図 1】



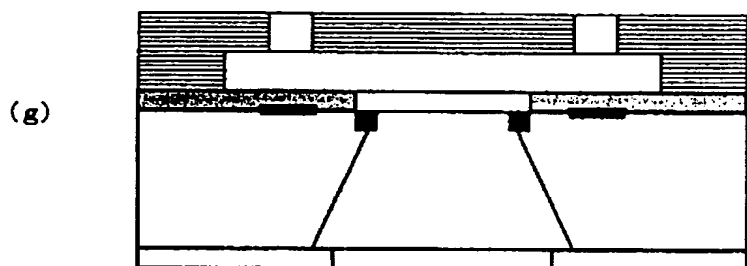
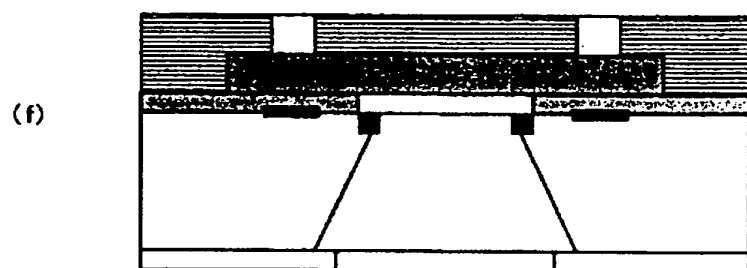
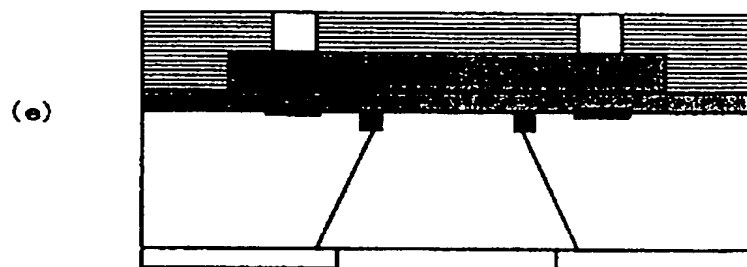
【図 2】



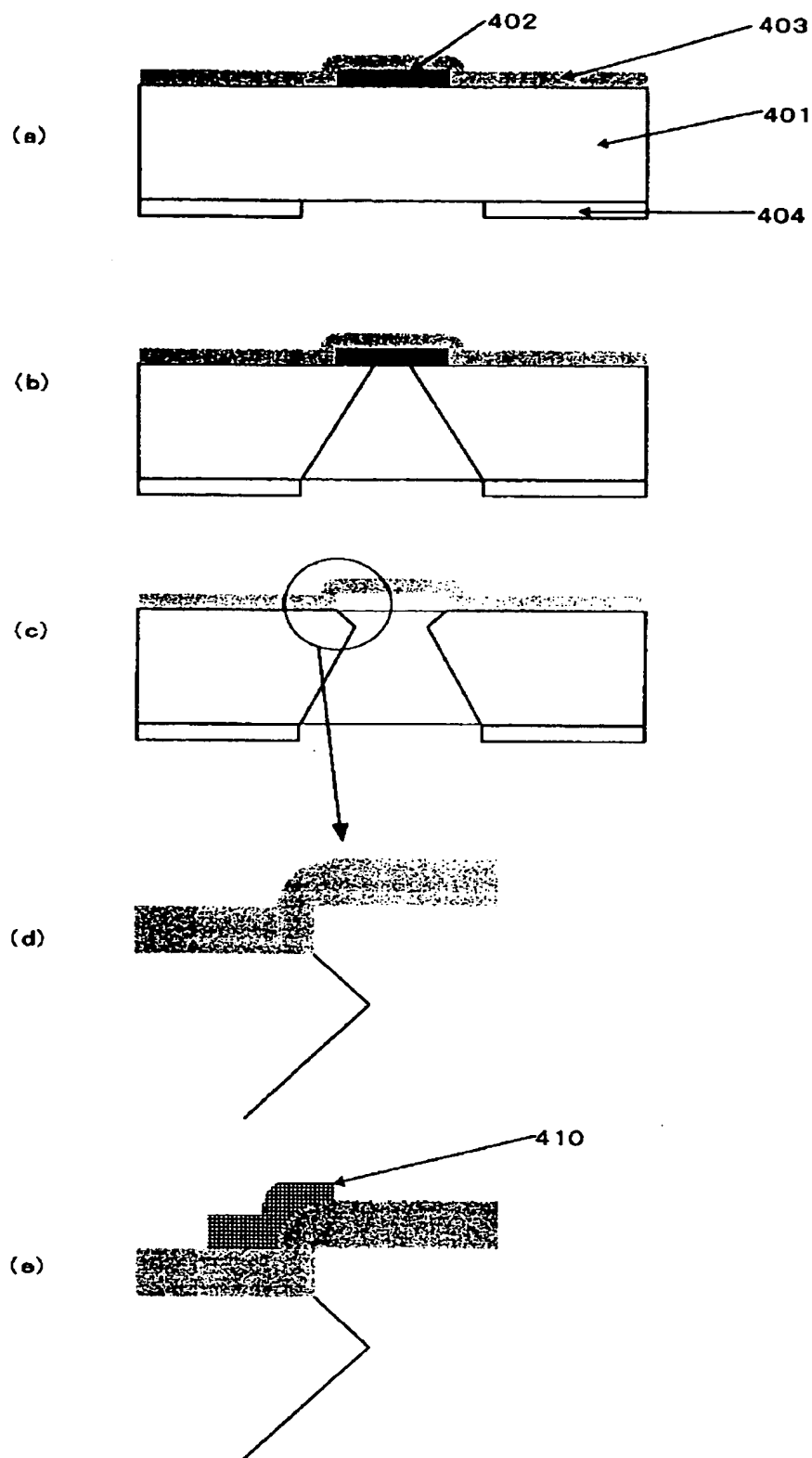
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エッチングストップ層でのクラックの発生を容易に防止することができ、スルホール形成の歩留まりを向上させることを可能とするスルーホールの形成方法及びこれを用いたインクジェットプリンターヘッドを提供する。

【解決手段】 シリコン基板にスルーホールを形成する方法であって、前記シリコン基板の表面における所望のスルーホールを形成したい領域の周囲に、不純物濃度の高い領域を形成する工程を設け、これによりスルーホールの大きさを制御するようにして、エッチングストップ層をフラットに形成することを可能とし、クラックの発生しないスルーホールの形成方法を構成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 1 9 5 5 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社